

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-315404

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

識別記号

F I

G11B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全14頁)

(21)出願番号 特願平7-119947

(22)出願日 平成7年(1995)5月18日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 山本 健二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 市村 功

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 前田 史貞

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

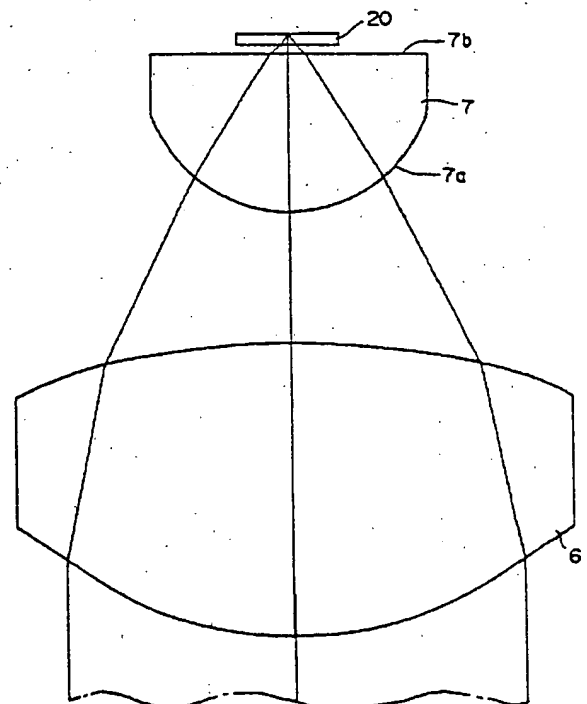
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学ピックアップ装置

(57)【要約】

【構成】 対物レンズ6と光学記録媒体20との間に平坦面7bを光学記録媒体20側に向けた半球状レンズ(イマージョンレンズ)7を有する。半球状レンズ7は、球状面7aに対物レンズ6より垂直入射される条件に比して、球状面7aの曲率半径の20%乃至50%だけ厚みが増加されている。

【効果】 光軸の傾き、対物レンズ6の傾き及び半球状レンズ7の偏心に対して各収差の増大が抑えられ、各レンズ6, 7の取付け精度を緩和できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学記録媒体の信号記録面に光源からの光を集光させる光学ピックアップ装置であって、上記光源からの光を上記光学記録媒体に向けて集束させて射出する対物レンズと、

上記光学記録媒体と上記対物レンズとの間に位置され、該対物レンズより射出された光束が入射される面が曲率半径が所定値である凸球面となされ、該光学記録媒体の表面部に近接されて対向する面が平面となされた凸レンズとを備え、

上記凸レンズは、上記信号記録面上にこの凸レンズを経た光が集光されている状態において、上記対物レンズより射出された光束が上記凸球面に対して垂直に入射されることとなる厚さを基準厚さとしたとき、この基準厚さよりも厚くなされており、該基準厚さに対する厚さの増加量が、該凸球面の曲率半径の 60%以下となされている光学ピックアップ装置。

【請求項 2】 光学記録媒体の信号記録面に光源からの光を集光させる光学ピックアップ装置であって、上記光源からの光を上記光学記録媒体に向けて集束させて射出する対物レンズと、

上記光学記録媒体と上記対物レンズとの間に位置され、該対物レンズより射出された光束が入射される面が曲率半径が所定値である凸球面となされ、該光学記録媒体の表面部に近接されて対向する面が平面となされた凸レンズとを備え、

上記凸レンズは、上記信号記録面上にこの凸レンズを経た光が集光されている状態において、上記対物レンズより射出された光束が上記凸球面に対して垂直に入射されることとなる厚さを基準厚さとしたとき、この基準厚さよりも厚くなされており、該基準厚さに対する厚さの増加量が、該凸球面の曲率半径の 20%乃至 50%となされている光学ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、いわゆる光ディスク、光カード、あるいは、光テープの如き光学記録媒体上に光源よりの光を集光させるための光学ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、情報信号の記録媒体として、いわゆる光ディスク、光カード、あるいは、光テープの如き種々の光学記録媒体が提案されている。そして、この光学記録媒体上に光源よりの光を集光させてこの光学記録媒体に対する情報信号の書き込みや読み出しを行う光学ピックアップ装置が提案されている。

【0003】上記光学ピックアップ装置においては、上記光学記録媒体上に上記光源よりの光を集光させる対物レンズの開口数 (N. A.) を大きくすることによつて、該光学記録媒体上に光が集光されて形成されるビー

ムスポットの径を小さくすることができ、該光学記録媒体の情報記録密度を向上させることができる。

【0004】上記対物レンズの開口数を大きくする手段として、この対物レンズと上記光学記録媒体との間に略々半球状の凸レンズを配置することが提案されている。この場合においては、上記対物レンズ及び上記凸レンズを合成した光学系の開口数が該対物レンズそのものの開口数よりも大きいため、該対物レンズそのものの開口数を変えることなく、上記ビームスポットの径を小さくすることができる。

【0005】上記凸レンズは、いわゆるソリッド・イマージョン・レンズ (Solid Immersion Lens; SIL) であり、上記対物レンズより射出された光束が入射される面が凸球面となされ、上記光学記録媒体に対向する面が平面となされている。

【0006】上記凸レンズの上記光学記録媒体に対向する平面は、上記光学記録媒体の信号記録面に対して、極力近接されるようになされている。そして、この凸レンズの凸球面には、上記対物レンズより射出された光束が垂直に入射される。すなわち、上記対物レンズより射出された光束は、集束光束であり、上記凸球面の曲率中心に向かって集束する光束となっている。

【0007】上記対物レンズと上記凸レンズとを合成した開口数は、該対物レンズの開口数に該凸レンズの屈折率を乗じた値となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような平凸の凸レンズを有する光学ピックアップ装置においては、この凸レンズと上記対物レンズとを合成した開口数が大きいため、収差の発生量を一定値以下に抑えることを条件とした場合、該対物レンズに対する軸外入射、該対物レンズの光軸に対する傾き、及び、該凸レンズの光軸に対する偏心についての許容値が極めて小さい。

【0009】顕微鏡のように各レンズを鏡筒に対して固定して使用できる光学系においては、該各レンズを高精度に位置決めすることが可能であるが、光学ピックアップ装置においては、上記対物レンズ及び上記凸レンズを光学記録媒体に追従させて高速で移動操作する必要があるため、該各レンズの位置精度を常に充分な精度に維持することは困難である。

【0010】すなわち、上記対物レンズ及び上記凸レンズを光軸方向に移動操作して上記光学記録媒体上における合焦状態を維持するいわゆるフォーカサーボを作動させた場合においては、該対物レンズ及び該凸レンズは、光軸に対して、0.2°程度の傾きを生ずる虞れがある。

【0011】また、上記対物レンズは、鏡筒に対する取付け時に、光軸に対して、0.2°程度の傾きを生ずる虞れがある。また、上記凸レンズは、光学ピックアップ装置の作動中において、光軸に対して、30μm程度の

10

20

30

40

50

偏心を生ずる虞れがある。

【0012】さらに、上記凸レンズの平面と上記光学記録媒体との間隔は、該光学記録媒体上の塵埃の該凸レンズへの衝突を回避し、また、この間隔を一定の間隔に維持するためには、広いほど良い。しかし、この間隔を広くすると、上述のような対物レンズの光軸に対する傾き等により発生する収差量が大きくなってしまう。

【0013】したがって、上述の光学ピックアップ装置においては、発生する収差量が十分に抑えられる程度に上記各レンズの位置精度を維持することが困難であり、収差の発生を十分に抑えることができないと、上記光学記録媒体よりの情報信号の読み取りを正確に行うことができなくなる。

【0014】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、対物レンズと光学記録媒体との間に凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）を有する光学ピックアップ装置であって、軸外入射、該対物レンズの光軸に対する傾き、該凸レンズの光軸に対する偏心についての許容度が高くなされ、該各レンズの位置精度を高めることなく、発生する収差量を充分に抑えることができるようになされた光学ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決し上記目的を達成するため、本発明に係る光学ピックアップ装置は、光学記録媒体の信号記録面に光源からの光を集光させる光学ピックアップ装置であって、該光源からの光を該光学記録媒体に向けて集束させて射出する対物レンズと、該光学記録媒体と該対物レンズとの間に位置され該対物レンズより射出された光束が入射される面が曲率半径が所定値である凸球面となされ該光学記録媒体の表面部に近接されて対向する面が平面となされた凸レンズとを備え、この凸レンズは、上記信号記録面上にこの凸レンズを経た光が集光されている状態において、上記対物レンズより射出された光束が上記凸球面に対して垂直に入射されることとなる厚さを基準厚さとしたとき、この基準厚さよりも厚くなされており、該基準厚さに対する厚さの増加量が、該凸球面の曲率半径の60%以下となっていることとしたものである。

【0016】また、本発明は、上述の光学ピックアップ装置において、上記凸レンズの厚さの上記基準厚さに対する増加量を、上記凸球面の曲率半径の20%乃至50%としたものである。

【0017】

【作用】 本発明に係る光学ピックアップ装置においては、光学記録媒体と対物レンズとの間に位置され該対物レンズより射出された光束が入射される面が曲率半径が所定値である凸球面となされ該光学記録媒体の表面部に近接されて対向する面が平面となされた凸レンズは、該

対物レンズより射出された光束が該凸球面に対して垂直に入射されたときに該光学記録媒体の信号記録面上にこの凸レンズを経た光が集光されることとなる厚さである基準厚さよりも該凸球面の曲率半径の60%以下にあたる増加量だけ厚くなされているので、軸外入射光線、上記対物レンズの光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズの光軸に対する偏心に対する許容度がそれぞれ大きくなり、収差の発生が抑えられる。

【0018】また、上記凸レンズの厚さの上記基準厚さに対する増加量を上記凸球面の曲率半径の20%乃至50%とすると、軸外入射、上記対物レンズの光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズの光軸に対する偏心が合算されて発生する収差が抑えられる。

【0019】

【実施例】 以下、本発明の具体的な実施例を図面を参照しながら説明する。

【0020】 本発明に係る光学ピックアップ装置は、図4に示すように、光ディスクの如き光学記録媒体20の信号記録面20bに光源1からの光を集光させる光学ピックアップ装置である。

【0021】 上記光学記録媒体20は、図1及び図3に示すように、表面部である光入射面20aより信号記録面20bの間が、平行平面の透明層となされている。この透明層は、例えばディスク基板の一部であり、0.1mm乃至0.2mmの厚さを有している。上記光入射面20aより上記光学ピックアップ装置により入射された光束は、上記透明層を透過して、上記信号記録面20a上に集光される。

【0022】 上記光源1としては、例えば、半導体レーザが使用される。この光源1より発した光束は、コリメータレンズ2により平行光束となされ、回折格子（グレーティング）3により回折され、偏光ビームスプリッタ4、及び、 $\lambda/4$ （4分の1波長）板5を経て、円偏光の平行光束として、対物レンズ6に入射される。

【0023】 上記対物レンズ6は、図1に示すように、入射された光束を、上記光学記録媒体20に向けて、集束光束として射出する。

【0024】 そして、この光学ピックアップ装置においては、上記光学記録媒体20と上記対物レンズ6との間に位置されて、凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ（Solid Immersion Lens; SIL））7が配設されている。

【0025】 上記凸レンズ7は、図1及び図2に示すように、上記対物レンズ6より射出された光束が入射される面が、曲率半径が所定値rである凸球面7aとなされ、上記光学記録媒体20の表面部である光入射面20aに近接されて対向する面が平面7bとなされている。

【0026】 上記凸レンズ7は、図3及び図4に示すように、凸レンズ駆動機構（アクチュエータ）31により、上記平面7bと上記光入射面20aとの間隔が、常

に一定の微小間隔となるように、移動操作される。すなわち、上記平面7bと上記光入射面20aとの間には、薄い空気層（エアギャップ；AG）が形成されている。また、上記対物レンズ6は、図3及び図4に示すように、対物レンズ駆動機構（アクチュエータ）12により、上記凸レンズ7を経た光束が形成するビームスポットが上記信号記録面20b上の記録トラック上に常に形成されるように、光軸方向（フォーカス方向）、及び、該光軸と該記録トラックとに直交する方向（トラッキング方向）に移動操作される。すなわち、上記光束は、常に、上記記録トラック上に集光される。

【0027】上記凸レンズ駆動機構31及び上記対物レンズ駆動機構12の動作は、上記信号記録面20bよりの反射光に基づいて生成される検出信号（エラー信号）に基づいて行われる。

【0028】すなわち、上記凸レンズ7を経て上記信号記録面20b上に集光された光束は、この信号記録面20bにより反射された反射光束として、該凸レンズ7、上記対物レンズ6を経て、上記入/4板5に至る。この反射光束は、上記入/4板5により、上記光源1よりの光束の偏光方向に対して直交する方向の直線偏光光束となっている。この反射光束は、上記偏光ビームスプリッタ4により反射され、第1のハーフミラー8に入射する。

【0029】上記第1のハーフミラー8に入射した反射光束の一部は、集束レンズ9及びマルチレンズ10を経て、フォトダイオード等よりなる第1の光検出器11の受光面上に集光される。上記マルチレンズ10は、シリンドリカルレンズと凹レンズとが一体化されたレンズであり、上記反射光束に非点収差を生じさせるとともに、該反射光束を上記第1の光検出器11の受光面上に集光させる。

【0030】上記第1の光検出器11は、複数の部分（例えば6面）に分割された受光面を有しており、これら各受光面よりの光検出出力に基づく演算処理により、上記光学記録媒体20よりの読み取り信号であるRF信号、及び、フォーカスエラー、トラッキングエラーの各エラー信号が生成されるようになされている。

【0031】上記対物レンズ駆動機構12は、上記フォーカスエラー信号に基づいて、上記対物レンズ6を上記フォーカス方向に移動操作し、上記信号記録面20b上における光束の合焦状態を維持する。

【0032】また、上記対物レンズ駆動機構12は、上記トラッキングエラー信号に基づいて、上記対物レンズ6を上記トラッキング方向に移動操作し、上記光束を上記記録トラック上に照射させる。

【0033】そして、上記第1のハーフミラー8を透過した反射光束は、第2のハーフミラー12に入射される。この第1のハーフミラー12は、上記反射光束を2分割し、一方の光束R2を、集束レンズ13、マルチレ

ンズ14を介して、第2の光検出器15に導き、他方の光束R3を、ミラー16、集束レンズ17、マルチレンズ18を介して、第3の光検出器19に導く。

【0034】上記第2の光検出器15は、光軸方向の位置を調整されることにより、上記光束の上記光入射面20aよりの反射光束を検出するようになされている。また、上記第3の光検出器19は、光軸方向の位置を調整されることにより、上記光束の上記平面7bよりの反射光束を検出するようになされている。

【0035】上記第2及び第3の光検出器15、19よりの光検出出力 P_1 、 P_2 は、減算器21により、互いに減算処理される。この減算器21の出力は、アクチュエータドライバ22に供給される。

【0036】このアクチュエータドライバ22は、供給される上記減算器21よりの出力に応じて上記凸レンズ駆動機構31を駆動することにより、上記平面7bと上記光入射面20aとの間の空気層の厚さを一定に保たせる。

【0037】そして、この光学ピックアップ装置においては、上記凸レンズ7は、上記信号記録面20a上にこの凸レンズ7を経た光が集光されている状態において、上記対物レンズ6より射出された光束が上記凸球面7aに対して垂直に入射されることとなる厚さを基準厚さ t としたとき、この基準厚さ t よりも厚くなされている。

【0038】なお、上記対物レンズ6より射出された光束が上記凸球面7aに対して垂直に入射される状態とは、該光束が該凸球面7aの曲率中心に向かって集束している状態であり、該光束が該凸球面7aにおいて屈折することがない状態である。

【0039】すなわち、上記凸レンズ7は、厚さが上記基準厚さ t である状態よりも、上記平面7bが上記凸球面7aより離間する側に変移した状態に形成されている。したがって、上記信号記録面20b上に上記凸レンズ7を経た光束が集光されている状態において、この凸レンズ7の上記凸球面7aに入射された光束は、光軸側に集束する方向に屈折される。

【0040】そして、上記凸レンズ7の上記基準厚さ t に対する厚さの増加量は、上記凸球面7aの曲率半径 r の60%以下となっている。

【0041】この光学ピックアップ装置においては、軸外入射光線、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心に対する許容度がそれぞれ大きくなり、収差の発生が抑えられる。

【0042】ここで、以下の表1及び表2に示すレンズデータを有する光学ピックアップ装置について、上記凸レンズ7の厚さを上記基準厚さ t とした場合との比較を行う。

【0043】

【表1】

	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	GLA(ガラス名)
OBJ:	INFINITY	INFINITY	
STO:	2.81940	2.600000	FCD1_HOYA
	A:-0.295476 $\times 10^{-2}$	B:-0.655445 $\times 10^{-3}$	C:-0.682554 $\times 10^{-4}$
2:	-6.57878	1.163402	
	A:0.139038 $\times 10^{-1}$	B:-0.581075 $\times 10^{-2}$	C:0.970059 $\times 10^{-3}$
3:	1.25000	1.400000	BK7_SCHOTT
4:	INFINITY	0.075000	
5:	INFINITY	0.100000	'PC'
IMG:	INFINITY	0.000000	

【 0 0 4 4 】

【表 2】

EPD(入射瞳径(mm))	3.95710
WL(波長(nm))	680.00
REFRACTIVE INDICES(屈折率)	
GLASS CODE	680.00
BK7_SCHOTT	1.513615
FCD1_HOYA	1.494611
'PC'	1.576900
EFL(全径の焦点距離(mm))	3.9000

【 0 0 4 5 】 上記表 1 においては、OBJ が無限遠方の物点を示し、STO より第 2 面が上記対物レンズ 6 に対応している。

【 0 0 4 6 】 STO の A, B, C は、それぞれ 4 次、6 次、8 次の非球面係数を示している。なお、この STO の 10 次の飛球面係数 D は、 -0.123316×10^{-4} である。第 2 面の A, B, C は、それぞれ 4 次、6 次、8 次の非球面係数を示している。なお、この第 2 面の 10 次の飛球面係数 D は、 -0.677027×10^{-4} である。

【 0 0 4 7 】 そして、第 3 面より第 4 面は、上記凸レンズ 7 に対応している。また、第 5 面は、上記光入射面 20 a に、IMG は、上記信号記録面 20 b に、それぞれ対応している。

【 0 0 4 8 】 したがって、この光学ピックアップ装置においては、上記凸レンズ 7 の厚みが 1.4 mm であり、上記凸球面 7 a の曲率半径が 1.25 mm であり、上記平面 7 b と上記光入射面 20 a との間隔 (AG) が 75 μ m であり、上記透明層の厚みが 0.1 mm である。なお、上記透明層の厚みを変えた場合には、その変化分だけ、上記凸レンズ 7 の厚みを逆方向に変化させることにより、相殺することができる。

【 0 0 4 9 】 また、入射瞳径 (EPD)、光束の波長

(WL)、全系の焦点距離 (EFL) は、上記表 2 に示すように、それぞれ、3.95710 mm、680.00 nm、3.9000 mm である。また、各ガラス材の屈折率は、上記表 2 に示すように、BK7 (凸レンズ 7) が 1.513615、FCD1 (対物レンズ 6) が 1.494611、PC (ポリカーボネイト) (光学記録媒体 20 の透明層) が 1.576900 である。

【 0 0 5 0 】 上記凸レンズ 7 の上記基準厚さ t は、0.995 mm であるので、

$$(1.4 - 0.995) / 1.25 = 0.324$$

より、この光学ピックアップ装置の上記凸レンズ 7 の厚さ上記基準厚さ t より増加量は、上記曲率半径 r の 32.4% である。なお、開口数 (N.A.) は、0.8 である。

【 0 0 5 1 】 この光学ピックアップ装置において、軸外入射 (0.3°)、上記対物レンズ 6 の光軸に対する傾き (0.5°) 及び上記凸レンズ 7 の光軸に対する偏心 (3.0μ m) についての波面収差は、以下の表 3 に示すように、それぞれ、0.026 rms (λ)、0.030 rms (λ)、0.010 rms (λ) である。

【 0 0 5 2 】

【表 3】

3 ケース	波面収差rms(λ)
1)軸外入射 0.3°	0.026
2)対物レンズの光軸に対する傾き 0.5°	0.030
3)SILの光軸に対する偏心 $30\mu\text{m}$	0.010

【0053】そして、上記凸レンズ7の厚さを上記基準厚さ t 、(0.995mm)としたときの軸外入射(0.3°)、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き(0.5°)及び上記凸レンズ7の光軸に対する偏心($30\mu\text{m}$)についての波面収差は、以下の表4に示す

3 ケース	波面収差rms(λ)
1)軸外入射 0.3°	0.050
2)対物レンズの光軸に対する傾き 0.5°	0.049
3)SILの光軸に対する偏心 $30\mu\text{m}$	0.050

ように、それぞれ、 $0.050\text{rms}(\lambda)$ 、 $0.049\text{rms}(\lambda)$ 、 $0.050\text{rms}(\lambda)$ である。

【0054】

【表4】

【0055】したがって、この光学ピックアップ装置における収差発生が抑えられていることがわかる。すなわち、この光学ピックアップ装置においては、収差の発生量を所定値以下に抑えることとした場合には、軸外入射、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き及び上記凸レンズ7の光軸に対する偏心について、取付け位置の精度や位置を保持する精度を緩和することができる。

【0056】なお、軸外入射は、図5において θ で示すように、上記対物レンズ6に対する入射光束が光軸に対して傾いた状態に相当する。また、上記対物レンズ6の光軸に対する傾きは、図6において θ で示すように、該対物レンズ6のみが、光軸に対して傾斜した状態である。そして、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心は、図7において h で示すように、該凸レンズ7のみが、光軸に対して偏心した状態である。

【0057】そして、軸外入射(0.3°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t より厚くした場合における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図9に示すように、厚み増加量が上記曲率半径 r の60%以下の範囲において、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0058】また、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き(0.5°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t より厚くした場合における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図10に示すように、厚み増加量が上記曲率半径 r の40%以下の範囲において、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0059】さらに、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心($30\mu\text{m}$)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t より厚くした場合における波面収差(rms

(λ))の変化は、図11に示すように、厚み増加量が上記曲率半径 r の60%以下の範囲において、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0060】そして、軸外入射角度を変化させた場合については、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、($t=0.995\text{mm}$)より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合($t=1.4\text{mm}$)における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図12に示すように、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0061】また、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き角度を変化させた場合については、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、($t=0.995\text{mm}$)より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合($t=1.4\text{mm}$)における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図13に示すように、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0062】さらに、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心量を変化させた場合については、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、($t=0.995\text{mm}$)より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合($t=1.4\text{mm}$)における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図14に示すように、該凸レンズ7の厚みが基準厚さ t であるときに比して、向上している。

【0063】そして、軸外入射を 0.225° とし、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き角度を 0.200° とし、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心量を $15\mu\text{m}$ としたときについて、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t より厚くした場合における波面収差($\text{rms}(\lambda)$)の変化は、図8に示すように、厚み増加量が上

20

30

40

50

記曲率半径 r の20%乃至50%の範囲において、軸外入射、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心が合算されて発生する収差が総体的に抑えられている。

【0064】なお、上記凸レンズ7の厚さの上記基準厚さ t 、よりの増加量は、上記曲率半径 r の32%乃至33%が最適値である。

【0065】そして、軸外入射(0.225°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における球面収差は、図17に示すように、図36に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の球面収差に比して、改善されている。

【0066】軸外入射(0.225°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における非点収差は、図16に示すように、図35に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の非点収差に比して、改善されている。

【0067】軸外入射(0.225°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における歪曲収差は、図15に示すように、図34に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の球面収差とともに、測定範囲に達する程度には発生していない。

【0068】軸外入射(0.225°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合におけるコマ収差は、図18及び図19に示すように、像高1.00のタンジェンシャル方向及びサジタル方向について、また、図20及び図21に示すように、像高0.00のタンジェンシャル方向及びサジタル方向について、図37乃至図40に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合のコマ収差に比して、それぞれ改善されている。

【0069】そして、上記対物レンズ6の光軸に対する傾き(0.2°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における球面収差は、図23に示すように、図42に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の球面収差に比して、改善されている。

【0070】上記対物レンズ6の光軸に対する傾き(0.2°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における非点収差は、図22に示すように、図41に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の非点収差に比して、改善されている。

【0071】上記対物レンズ6の光軸に対する傾き(0.2°)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合におけるコマ収差は、図24及び図25に示すように、像

高1.00のタンジェンシャル(Y)方向及びサジタル(X)方向について、また、図26及び図27に示すように、像高0.00のタンジェンシャル(Y)方向及びサジタル(X)方向について、図43乃至図46に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合のコマ収差に比して、それぞれ改善されている。

【0072】そして、上記凸レンズ7の光軸に対する偏心(30 μ m)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における球面収差は、図29に示すように、図48に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の球面収差に比して、改善されている。

【0073】上記凸レンズ7の光軸に対する偏心(30 μ m)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合における非点収差は、図28に示すように、図47に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合の非点収差に比して、改善されている。

【0074】上記凸レンズ7の光軸に対する偏心(30 μ m)について、上記凸レンズ7の厚さを基準厚さ t 、より上記曲率半径 r の32.4%厚くした場合におけるコマ収差は、図30及び図31に示すように、像高1.00のタンジェンシャル(Y)方向及びサジタル(X)方向について、また、図32及び図33に示すように、像高0.00のタンジェンシャル(Y)方向及びサジタル(X)方向について、図49乃至図52に示す該凸レンズ7の厚さが基準厚さ t 、である場合のコマ収差に比して、それぞれ改善されている。

【0075】なお、本発明に係る光学ピックアップ装置においては、上記凸レンズ7は、上記対物レンズ6とともに、一体的に同一の駆動機構により移動操作されるように構成してもよい。

【0076】

【発明の効果】上述のように、本発明に係る光学ピックアップ装置においては、光学記録媒体と対物レンズとの間に位置され該対物レンズより射出された光束が入射される面が曲率半径が所定値である凸球面となされ該光学記録媒体の表面部に近接されて対向する面が平面となされた凸レンズは、該対物レンズより射出された光束が該凸球面に対して垂直に入射されたときに該光学記録媒体の信号記録面上にこの凸レンズを経た光が集光されることとなる厚さである基準厚さよりも該凸球面の曲率半径の60%以下にあたる増加量だけ厚くなされている。

【0077】そのため、この光学ピックアップ装置においては、軸外入射光線、上記対物レンズの光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズの光軸に対する偏心に対する許容度が、上記凸レンズの厚さが上記基準厚さであるときに比してそれぞれ大きくなり、収差の発生が抑えられる。

【0078】また、上記凸レンズの厚さの上記基準厚さ

に対する増加量を上記凸球面の曲率半径の20%乃至50%とすると、軸外入射、上記対物レンズの光軸に対する傾き、及び、上記凸レンズの光軸に対する偏心が合算されて発生する収差を抑えることができる。

【0079】すなわち、本発明は、対物レンズと光学記録媒体との間に凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）を有する光学ピックアップ装置であって、軸外入射、該対物レンズの光軸に対する傾き、該凸レンズの光軸に対する偏心についての許容度が高くなされ、該各レンズの位置精度を高めることなく、発生する収差量を充分に抑えることができるようになされた光学ピックアップ装置を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光学ピックアップ装置の要部の構成を示す側面図である。

【図2】上記光学ピックアップ装置の凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の構成を示す側面図である。

【図3】上記光学ピックアップ装置の対物レンズ駆動機構の構成の一部を破断して模式的に示す側面図である。

【図4】上記光学ピックアップ装置の全体の構成を模式的に示す側面図である。

【図5】上記光学ピックアップ装置において生ずる軸外入射の状態を示す側面図である。

【図6】上記光学ピックアップ装置において生ずる対物レンズの光軸に対する傾きを示す側面図である。

【図7】上記光学ピックアップ装置において生ずる凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心を示す側面図である。

【図8】上記光学ピックアップ装置において、軸外入射、対物レンズの光軸に対する傾き、及び、凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により生ずる波面収差の量を凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の厚みの増加に対比して示すグラフである。

【図9】上記光学ピックアップ装置において、軸外入射（ 0.3° ）により生ずる波面収差の量を凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の厚みの増加に対比して示すグラフである。

【図10】上記光学ピックアップ装置において、対物レンズの光軸に対する傾き（ 0.5° ）により生ずる波面収差の量を凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の厚みの増加に対比して示すグラフである。

【図11】上記光学ピックアップ装置において、凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心（ $30\mu\text{m}$ ）により生ずる波面収差の量を凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の厚みの増加に対比して示すグラフである。

【図12】上記光学ピックアップ装置において発生する波面収差の量を、軸外入射角度に対比して示すグラフで

ある。

【図13】上記光学ピックアップ装置において発生する波面収差の量を、対物レンズの光軸に対する傾きに対比して示すグラフである。

【図14】上記光学ピックアップ装置において発生する波面収差の量を、凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心に対比して示すグラフである。

【図15】上記光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する歪曲収差の量を示すグラフである。

【図16】上記光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図17】上記光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図18】上記光学ピックアップ装置において軸外入射により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図19】上記光学ピックアップ装置において軸外入射により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図20】上記光学ピックアップ装置において軸上入射により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図21】上記光学ピックアップ装置において軸上入射により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図22】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図23】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図24】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図25】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図26】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図27】上記光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図28】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図29】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イマージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図 3 0】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 1】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 2】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 3】上記光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 4】凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）を有する従来の光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する歪曲収差の量を示すグラフである。

【図 3 5】上記従来の光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図 3 6】上記従来の光学ピックアップ装置において軸外入射により発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図 3 7】上記従来の光学ピックアップ装置において軸外入射により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 8】上記従来の光学ピックアップ装置において軸外入射により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 3 9】上記従来の光学ピックアップ装置において軸上入射により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 0】上記従来の光学ピックアップ装置において軸上入射により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 1】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図 4 2】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図 4 3】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 4】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 5】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 6】上記従来の光学ピックアップ装置において対物レンズの光軸に対する傾きにより発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 4 7】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生する非点収差の量を示すグラフである。

【図 4 8】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生する球面収差の量を示すグラフである。

【図 4 9】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 5 0】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

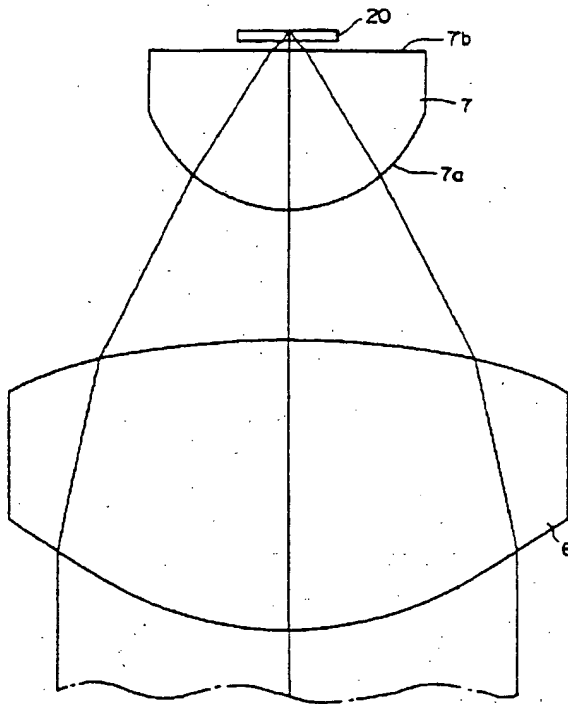
【図 5 1】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するタンジェンシャル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

【図 5 2】上記従来の光学ピックアップ装置において凸レンズ（ソリッド・イメージョン・レンズ）の光軸に対する偏心により発生するサジタル方向のコマ収差の量を示すグラフである。

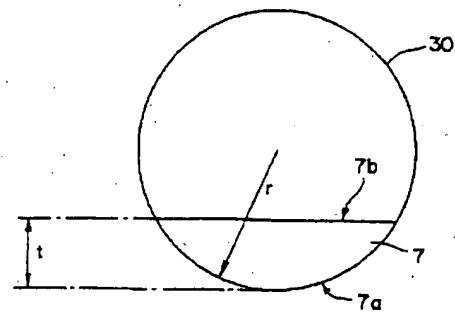
【符号の説明】

- 1 光源
- 6 対物レンズ
- 7 凸レンズ
- 7 a 凸球面
- 7 b 平面
- 2 0 光学記録媒体

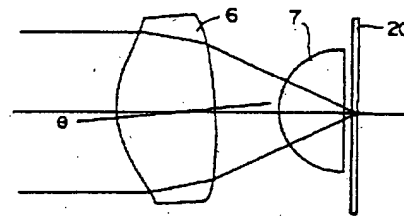
【図 1】



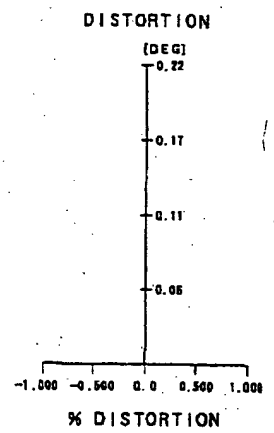
【図 2】



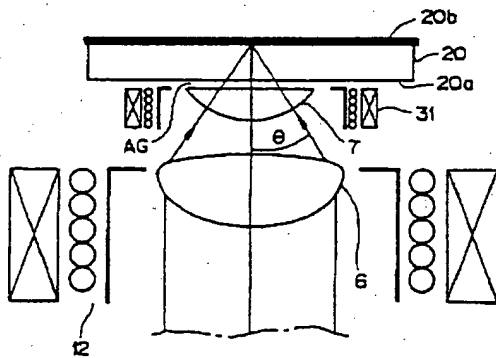
【図 6】



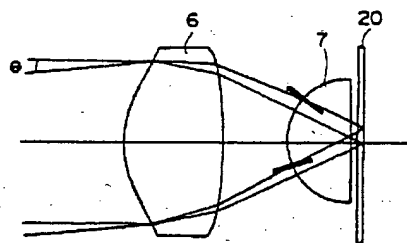
【図 15】



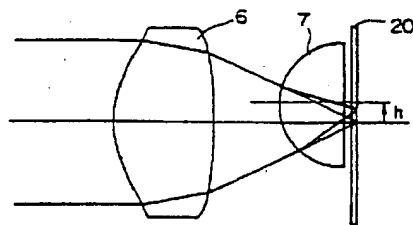
【図 3】



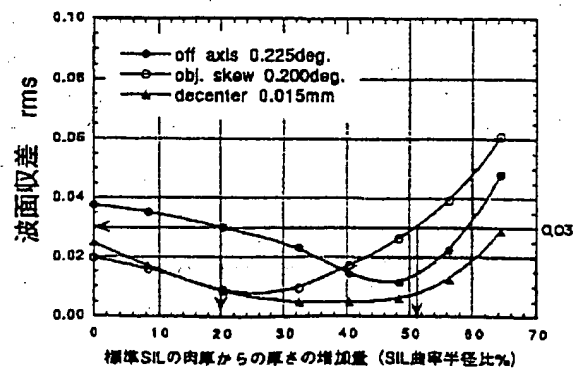
【図 5】



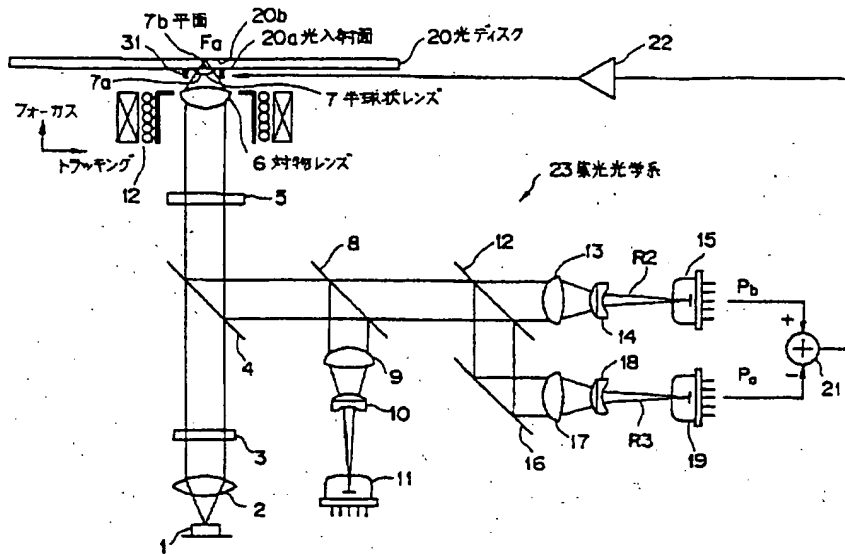
【図 7】



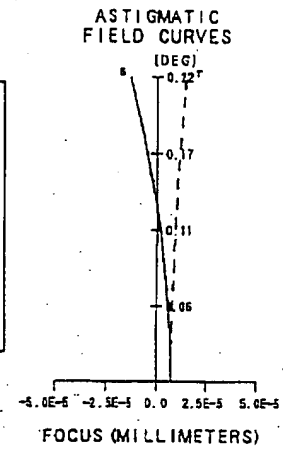
【図 8】



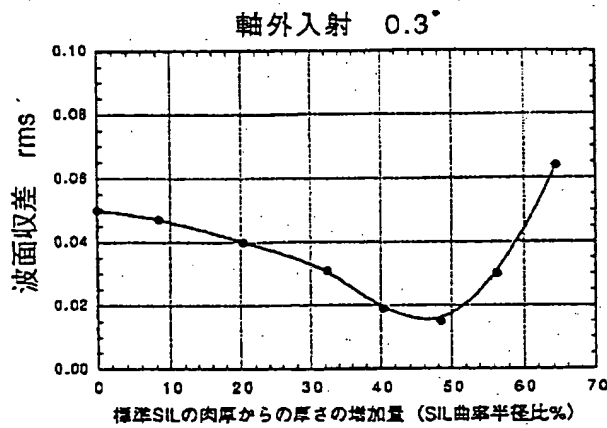
【図 4】



【図 16】

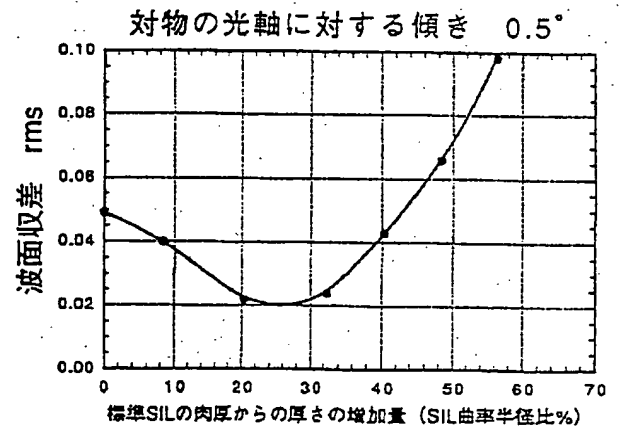


【図 9】



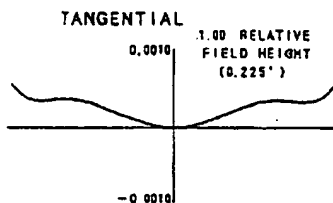
軸外入射に関する波面収差

【図 10】

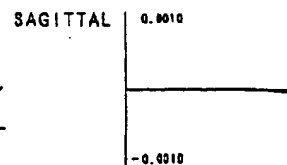


対物レンズの光軸に対する傾きに関する波面収差

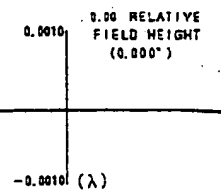
【図 18】



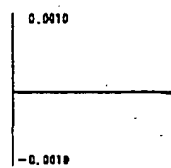
【図 19】



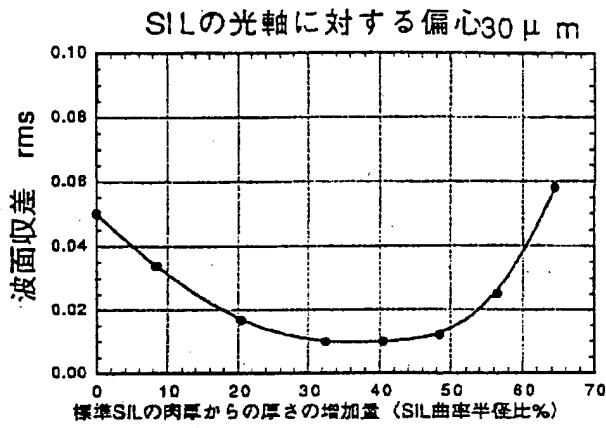
【図 20】



【図 21】

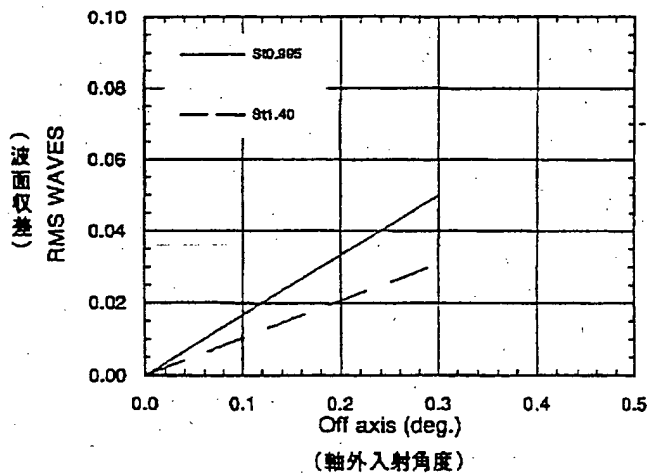


【図11】

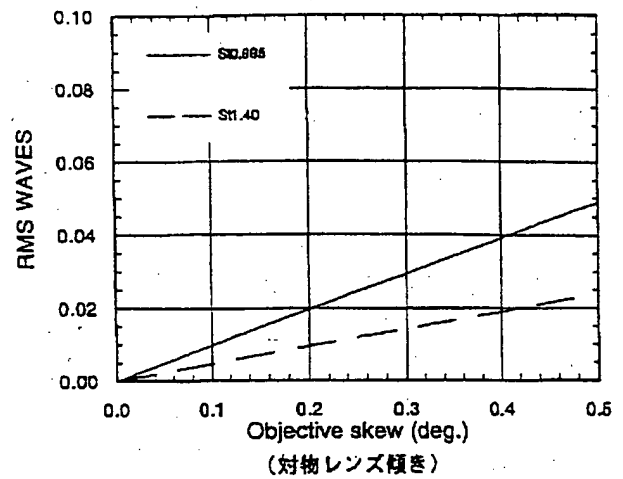


SILの光軸に対する偏心に関する波面収差

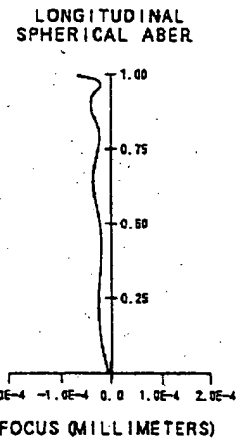
【図12】



【図13】

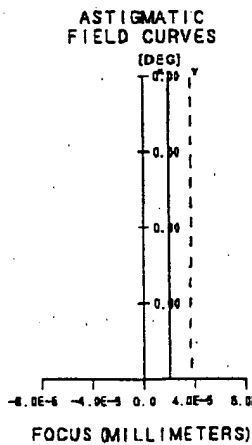


【図17】

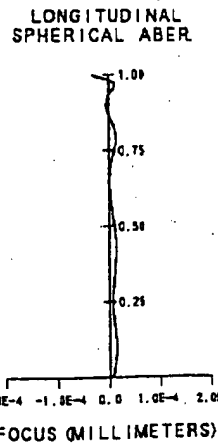


【図25】

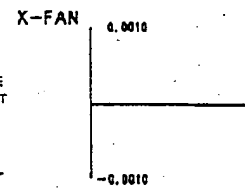
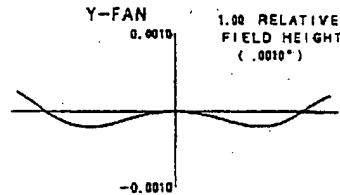
【図22】



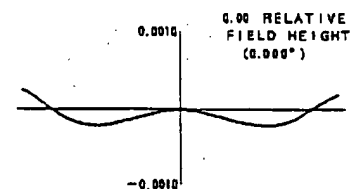
【図23】



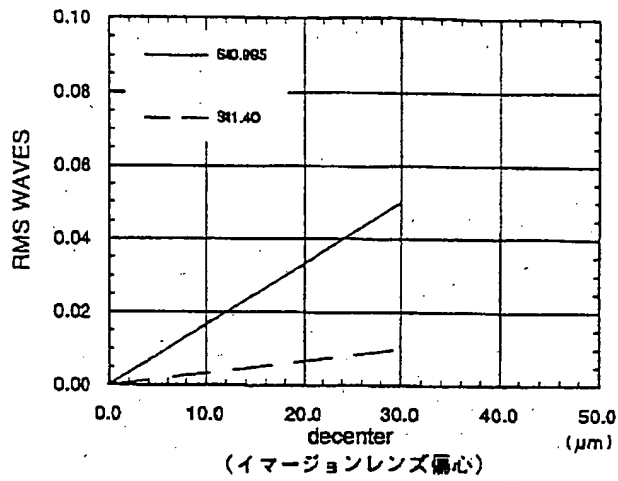
【図24】



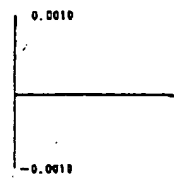
【図26】



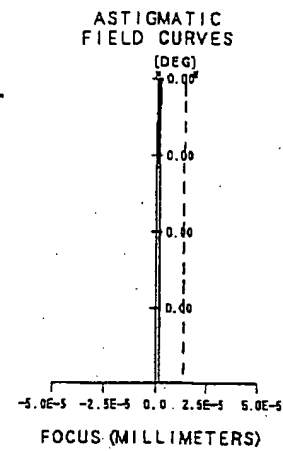
【図14】



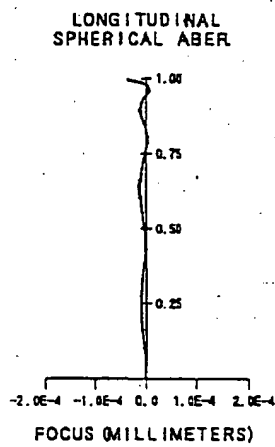
【図27】



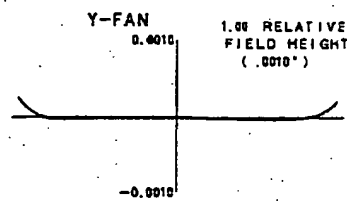
【図28】



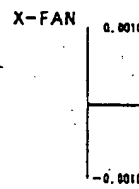
【図29】



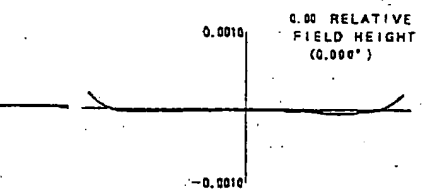
【図30】



【図31】



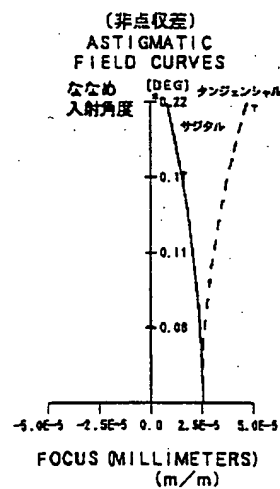
【図32】



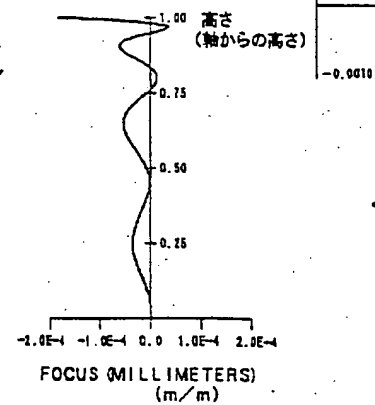
【図36】

【図40】

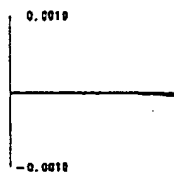
【図35】



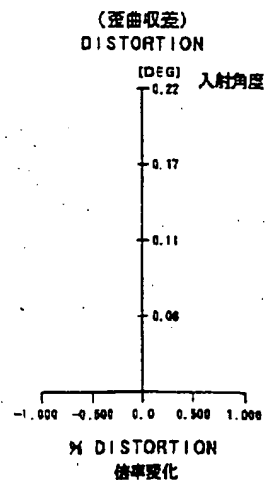
【図38】



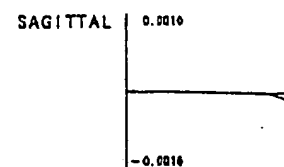
【図33】



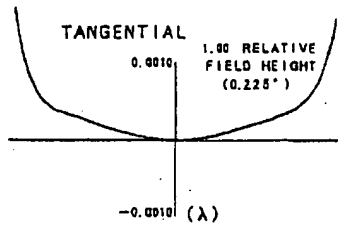
【図34】



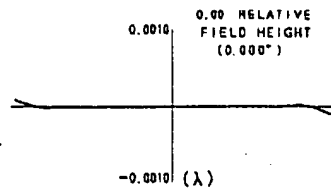
【図38】



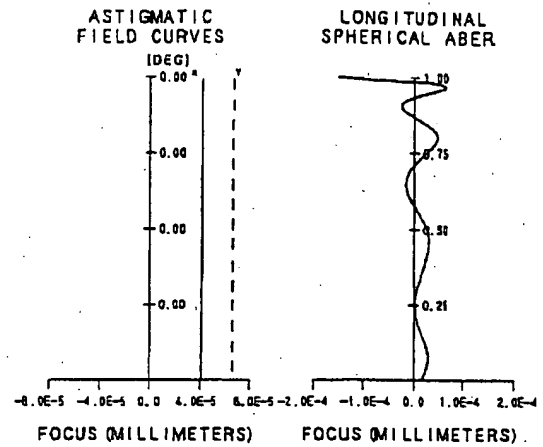
【図 37】



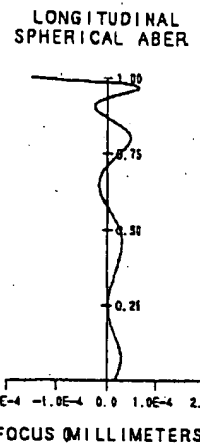
【図 39】



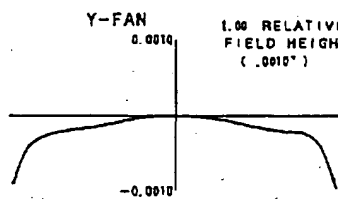
【図 41】



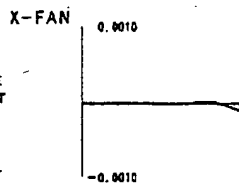
【図 42】



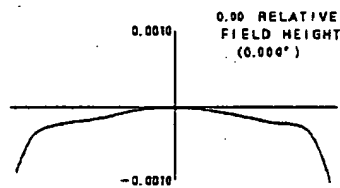
【図 43】



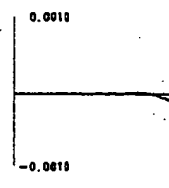
【図 44】



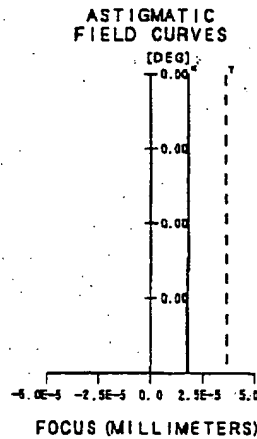
【図 45】



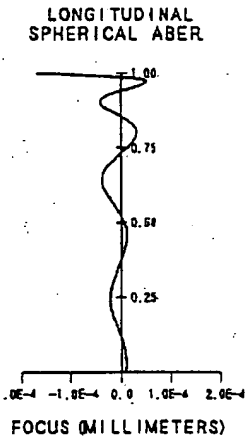
【図 46】



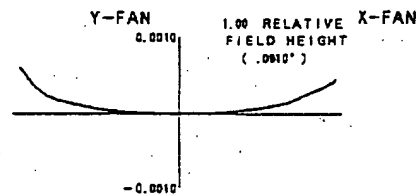
【図 47】



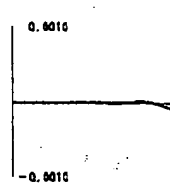
【図 48】



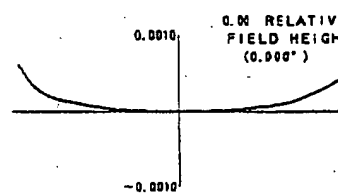
【図 49】



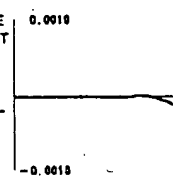
【図 50】



【図 51】



【図 52】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 俊夫
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 大里 深
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
ー株式会社内